

## LIGHT REDUNDANCY SWITCHING METHOD FOR LIGHT WAVELENGTH MULTIPLE SYSTEM

**Publication number:** JP2000332655 (A)

**Publication date:** 2000-11-30

**Inventor(s):** KUBO KAZUO; OZAKI SEIJI; KAMIMURA ARITOMO;  
ICHIBAGASE HIROSHI; SHIBANO EIICHI; YASUDA TADAMI;  
ANDO NOBORU

**Applicant(s):** MITSUBISHI ELECTRIC CORP; KDD KAITEI CABLE SYSTEM  
KK

**Classification:**


- **international:** *G01M11/00; H04B1/74; H04B10/02; H04B10/16; H04B10/17;  
H04J14/02; G01M11/00; H04B1/74; H04B10/02; H04B10/16;  
H04B10/17; H04J14/02; (IPC1-7): H04B1/74; G01M11/00;  
H04B10/02; H04B10/16; H04B10/17*


- **European:** H04J14/02P6S; H04J14/02M

**Application number:** JP19990140353 19990520

**Priority number(s):** JP19990140353 19990520

**Also published as:**

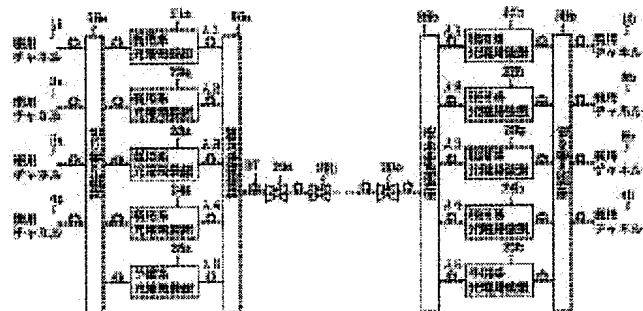
 EP1054524 (A2)

 EP1054524 (A3)

### Abstract of JP 2000332655 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress influences upon a transmission feature of increase/decrease of the number of wavelengths accompanying the switching of redundancy system by making a gain of a light amplifying repeater smaller while an active channel of an active system which is faulted is connected to a standby system light terminal station device at the time of faulty of the active system.

**SOLUTION:** When a light level of a light wavelength  $\lambda_1$  is lowered or enters a quenching state due to failure, the light wavelengths other than  $\lambda_1$  are excessively amplified in light outputs of light amplifying repeaters 29a to 29n, transmission features of  $\lambda_2$  to  $\lambda_5$  are deteriorated by being shifted from a state of line design and a normal communication state cannot be confirmed. Thus, in this light redundancy switching method, it is controlled so that gains of the light amplifying repeaters 29a to 29n are made smaller and the transmission features of the  $\lambda_2$  to  $\lambda_5$  are maintained in a normal state. In this way, since the gains of the light amplifying repeaters 29a to 29n are made smaller at the time of faulty of the active system, normality of a standby system can be normally confirmed and, at the same time, influences upon the transmission features by reduction of the number of wavelengths for emitting light can be suppressed.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-332655  
(P2000-332655A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データ* (参考)
H 0 4 B 1/74		H 0 4 B 1/74	2 G 0 8 6
G 0 1 M 11/00		C 0 1 M 11/00	R 5 K 0 0 2
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	H 5 K 0 2 1
10/17			J
10/16			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-140353

(22) 出願日 平成11年5月20日 (1999. 5. 20)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71) 出願人 595162345

ケイディディ海底ケーブルシステム株式会社

東京都新宿区西新宿3丁目7番1号

(72) 発明者 久保 和夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100066474

弁理士 田澤 博昭 (外1名)

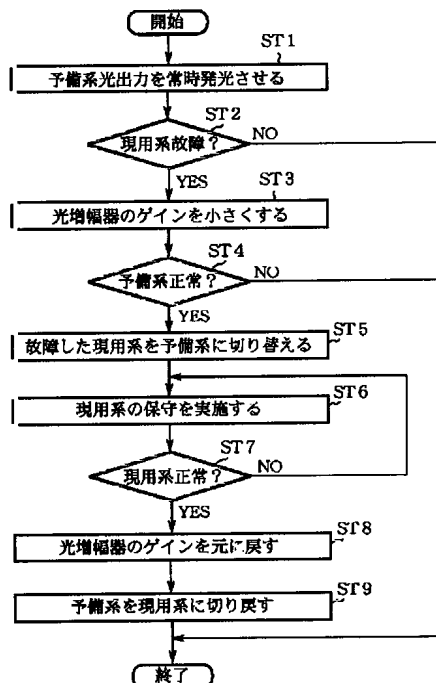
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光波長多重システムの光冗長切り替え方法

(57) 【要約】

【課題】 光波長多重伝送システムにおいて、従来例の光冗長切り替え方法を導入すると、冗長系切り替えに伴う波長数の増減が伝送特性に多大な影響を及ぼしてしまう。

【解決手段】 予備系の波長の光出力を常に発光させ、現用系の正常時には予備系の正常性を常時確認し、現用系の故障時にその故障した現用系の現用チャネルを予備系光端局装置に接続している間には、光増幅中継器のゲインを小さくする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 現用チャネルの波長をそれぞれ異なる光波長に変換／逆変換するN系統（Nは自然数）の現用系光端局装置と、上記現用系光端局装置と異なる光波長に変換／逆変換するM系統（MはN以下の自然数）の予備系光端局装置と、上記現用系光端局装置および上記予備系光端局装置に接続され、N+Mの波長の異なる光信号を波長多重して光伝送路へ送出し、その光伝送路からの光波長多重信号をN+Mの波長の異なる光信号に多重分離する波長多重装置と、N本の現用チャネルをN系統の上記現用系光端局装置に接続すると共に、それらN本の現用チャネルのうちのいずれかM本の現用チャネルをM系統の上記予備系光端局装置に接続する切り替え装置と、上記光伝送路に一定間隔で1カ所以上配置され、入力された光波長多重信号を増幅して出力する光増幅中継器とから構成される光波長多重システムを備え、予備系の波長の光出力を常に発光させ、現用系の正常時には予備系の正常性を常時確認し、現用系の故障時にその故障した現用系の現用チャネルを上記予備系光端局装置に接続している間には、上記光増幅中継器のゲインを小さくすることを特徴とする光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

【請求項2】 現用チャネルの波長をそれぞれ異なる光波長に変換／逆変換するN系統（Nは自然数）の現用系光端局装置と、上記現用系光端局装置と異なる光波長に変換／逆変換するM系統（MはN以下の自然数）の予備系光端局装置と、上記現用系光端局装置および上記予備系光端局装置に接続され、N+Mの波長の異なる光信号を波長多重して光伝送路へ送出し、その光伝送路からの光波長多重信号をN+Mの波長の異なる光信号に多重分離する波長多重装置と、N本の現用チャネルをN系統の上記現用系光端局装置に接続すると共に、それらN本の現用チャネルのうちのいずれかM本の現用チャネルをM系統の上記予備系光端局装置に接続する切り替え装置と、上記光伝送路に一定間隔で1カ所以上配置され、入力された光波長多重信号を増幅して出力する光増幅中継器とから構成される光波長多重システムを備え、現用系の正常時には予備系の波長の光出力を消光させ、現用系の故障時には予備系の波長の光出力を発光させて予備系の正常性を確認した後、切り替えを行ってその故障した現用系の現用チャネルを上記予備系光端局装置に接続することを特徴とする光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

【請求項3】 現用系の復旧時には予備系の光出力を消光し、現用系の光出力を発光して現用系の正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行うことを特徴とする請求項2記載の光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

【請求項4】 現用系の復旧時には現用系を発光させて正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行い、予備

系の光出力を消光することを特徴とする請求項2記載の光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

【請求項5】 現用系の復旧時に現用系を発光させる時に、光増幅中継器のゲインを大きくすることを特徴とする請求項4記載の光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

【請求項6】 現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させて予備系の正常性を確認することを特徴とする請求項2から請求項5のうちのいずれか1項記載の光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

【請求項7】 現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させる時に光増幅中継器のゲインを大きくすることを特徴とする請求項6記載の光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

【請求項8】 現用チャネルの波長をそれぞれ異なる光波長に変換／逆変換するN系統（Nは自然数）の現用系光端局装置と、上記現用系光端局装置と異なる光波長に変換／逆変換するM系統（MはN以下の自然数）の予備系光端局装置と、上記現用系光端局装置および上記予備系光端局装置に接続され、N+Mの波長の異なる光信号を波長多重して光伝送路へ送出し、その光伝送路からの光波長多重信号をN+Mの波長の異なる光信号に多重分離する波長多重装置と、N本の現用チャネルをN系統の上記現用系光端局装置に接続すると共に、それらN本の現用チャネルのうちのいずれかM本の現用チャネルをM系統の上記予備系光端局装置に接続する切り替え装置と、上記光伝送路に一定間隔で1ヶ所以上配置され、入力された光波長多重信号を増幅して出力する光増幅中継器とから構成される光波長多重システムを備え、現用系の正常時には予備系の送信側の光出力を折り返し、予備系の受信側で受信して予備系の正常性を確認し、現用系の復旧時には現用系の送信側の光出力を折り返し、現用系の受信側で受信して現用系の正常性を確認することを特徴とする光波長多重システムの光冗長切り替え方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光波長多重システムの光冗長切り替え方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図12は例えばITU-T G.782勧告、またはTTC JT-G782標準（1992年4月28日発行）に示された従来の光通信装置を示す構成図であり、図において、1a～4a、1b～4bはそれぞれ4本の現用チャネルである。5a、5bは現用チャネル1a～4a、1b～4bを切り替える切り替え装置、6a～9a、6b～9bはそれぞれ4系統の現用系光端局装置、10a、10bはそれぞれ1系統の予備系光端局装置、11～14は4系統の現用系光伝送路、15は1系統の予備系光伝送路である。

【0003】次に動作について説明する。この光通信装

置の光冗長切り替え方法において、各現用系が正常な状態では、切り替え装置5aは、4本の現用チャネル1a～4aをそれぞれ現用系光端局装置6a～9aに接続し、現用系光端局装置6a～9aは、4系統の光ファイバからなる現用系光伝送路11～14を経由して、それぞれ対向する現用系光端局装置6b～9bに接続する。現用系光端局装置6b～9bは、切り替え装置5bにそれぞれの現用チャネルを出力し、切り替え装置5bは、4本の現用チャネル1b～4bを図示していない装置へ接続する。また、現用系光端局装置6a～9a、6b～9b、予備系光端局装置10a、10bは、フレーム同期およびビット誤り検出などの伝送路監視機能を備えており、予備系光伝送路15の正常性も常時確認している。

【0004】ここで、例えば、現用系光伝送路11または現用系光端局装置6a、6bに故障が発生すると、切り替え装置5aは、現用チャネル1aを予備系光端局装置10aに接続し、予備系光端局装置10aは、予備系光伝送路15を経由して対向する予備系光端局装置10bに接続し、切り替え装置5bは、予備系光端局装置10bからの現用チャネル1aを現用チャネル1bに接続する。これにより、現用系の故障を救済することができ、また、複数の現用チャネル1a～4aで予備系光伝送路15を共有しているので、低コストで信頼性の高いシステムを提供することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の光通信装置の光冗長切り替え方法は以上のように構成されているので、それぞれの現用系光伝送路11～14および予備系光伝送路15が個別の光ファイバにより構成されているので、予備系光伝送路15の正常性を常時監視できると共に、予備系光伝送路15を共有する現用系光伝送路のチャネル数が増減しても、それぞれの光伝送路の光伝送特性には影響が生じない。一方、複数の現用チャネルの光波長にそれら複数種類の光波長を割当てると共に、予備系の光波長に1波長を割当てて1系統の光ファイバにより伝送する光波長多重伝送システムにおいて、従来例の光冗長切り替え方法を導入すると、光波長多重伝送システムにおいては、波長数と伝送距離にはトレードオフの関係があり、例えば、伝送距離を延ばすには波長数を減らす必要があるなどの伝送特性を考慮した回線設計のもとでシステムが構築されているので、冗長系切り替えに伴う波長数の増減が伝送特性に多大な影響を及ぼしてしまうなどの課題があった。

【0006】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、冗長系切り替えに伴う波長数の増減の伝送特性への影響を抑圧する、あるいは、冗長系切り替えに伴う波長数の増減をなくして伝送特性への影響を抑圧すると共に、現用系が正常な状態において予備系の正常性の確認が可能で、故障復旧時に現用系の正常性

の確認が可能な光波長多重システムの光冗長切り替え方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、予備系の波長の光出力を常に発光させ、現用系の正常時には予備系の正常性を常時確認し、現用系の故障時にその故障した現用系の現用チャネルを予備系光端局装置に接続している間には、光増幅中継器のゲインを小さくするものである。

【0008】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、現用系の正常時には予備系の波長の光出力を消光させ、現用系の故障時には予備系の波長の光出力を発光させて予備系の正常性を確認した後、切り替えを行ってその故障した現用系の現用チャネルを予備系光端局装置に接続するものである。

【0009】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、現用系の復旧時には予備系の光出力を消光し、現用系の光出力を発光して現用系の正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行うものである。

【0010】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、現用系の復旧時には現用系を発光させて正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行い、予備系の光出力を消光するものである。

【0011】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、現用系の復旧時に現用系を発光させる時に、光増幅中継器のゲインを大きくするものである。

【0012】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させて予備系の正常性を確認するものである。

【0013】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させる時に光増幅中継器のゲインを大きくするものである。

【0014】この発明に係る光波長多重システムの光冗長切り替え方法は、現用系の正常時には予備系の送信側の光出力を折り返し、予備系の受信側で受信して予備系の正常性を確認し、現用系の復旧時には現用系の送信側の光出力を折り返し、現用系の受信側で受信して現用系の正常性を確認するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1による光波長多重システムを示す構成図であり、図において、1a～4a、1b～4bはそれぞれ4本の現用チャネルである。21a～24a、21b～24bは現用チャネル1a～4a、1b～4bの波長をそれぞれ異なる光波長 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ に変換／逆変換する4系統の現用系光端局装

置、25a、25bは現用系光端局装置21a~24a、21b~24bと異なる光波長 $\lambda_5$ に変換/逆変換する1系統の予備系光端局装置である。26a、26bは現用系光端局装置21a~24a、21b~24bおよび予備系光端局装置25a、25bに接続され、波長の異なる光信号を波長多重して光伝送路27へ送出し、その光伝送路27からの光波長多重信号を波長の異なる光信号に多重分離する波長多重装置である。28a、28bは4本の現用チャネル1a~4a、1b~4bを4系統の現用系光端局装置21a~24a、21b~24bに接続すると共に、それら4本の現用チャネル1a~4a、1b~4bのうちのいずれか1本の現用チャネルを1系統の予備系光端局装置25a、25bに接続する切り替え装置である。29a~29nは光伝送路27に一定間隔で配置され、入力された光波長多重信号を増幅して出力する光増幅中継器である。

【0016】また、図2は切り替え装置の詳細を示す構成図であり、図において、31a~34aは4本の現用チャネル1a~4aを2方向に分岐する光カプラ、35a~37aは光カプラ31a~34aによって分岐された現用チャネル1a~4aを組み合わせて選択する光スイッチ、41a~44aは光カプラ31a~34aによって分岐された一方の現用系光信号、45aは光スイッチ35a~37aによって選択された予備系光信号である。

【0017】次に動作について説明する。なお、説明を簡単にするために現用チャネル1a~4a側から現用チャネル1b~4b側への伝送についてのみ説明する。現用チャネル1b~4b側から現用チャネル1a~4a側への伝送については、符号a、bを代えれば同一であるので割愛する。切り替え装置28aは、現用チャネル1a~4aを現用系光端局装置21a~24aにそれぞれ接続し、また、いずれかの現用チャネルを予備系光端局装置25aに接続する。これは、図2に示した光スイッチ35a~37aにより予備系光信号45aを選択することによって行われる。なお、図2において、光カプラ31a~34aおよび光スイッチ35a~37aにより光信号レベルが減少し、接続先の光信号レベルと整合が取れない場合には、光増幅器などを適切な箇所に設けて光信号レベルの減少を補償すれば良い。現用系光端局装置21aは、切り替え装置28aにより接続された現用系光信号41aの光波長を $\lambda_1$ に変換し、波長 $\lambda_1$ の光信号を波長多重装置26aに接続する。同様に、現用系光端局装置22a~24aは、現用系光信号42a~44aの光波長を $\lambda_2$ ~ $\lambda_4$ に変換し、波長 $\lambda_2$ ~ $\lambda_4$ の光信号を波長多重装置26aに接続する。予備系光端局装置25aは、切り替え装置28aにより接続された予備系光信号45aの光波長を $\lambda_5$ に変換し、波長 $\lambda_5$ の光信号を波長多重装置26aに接続する。

【0018】波長多重装置26aは、波長 $\lambda_1$ ~ $\lambda_5$ を

波長多重して、波長多重した光信号を光伝送路27に接続し、また、光増幅中継器29a~29nは、光伝送路27に一定間隔で配置され、波長多重された光信号を増幅する。同様に対向側では、波長多重装置26bは、光伝送路27に接続され、波長 $\lambda_1$ ~ $\lambda_5$ を波長分離し、現用系光端局装置21b~24b、および予備系光端局装置25bに接続する。現用系光端局装置21bは、波長 $\lambda_1$ の光波長を現用系光信号に逆変換して切り替え装置28bに接続する。同様に、現用系光端局装置22b~24bは、波長 $\lambda_2$ ~ $\lambda_4$ の光波長を現用系光信号に逆変換して切り替え装置28bに接続する。予備系光端局装置25bは、波長 $\lambda_5$ の光波長を予備系光信号に逆変換して切り替え装置28bに接続する。ここで、現用系光端局装置21b~24b、および予備系光端局装置25bには、フレーム同期およびビット誤り検出などの伝送路監視機能が備わっており、現用系光端局装置21a~24a、および予備系光端局装置25aから現用系光端局装置21b~24b、および予備系光端局装置25bまでの伝送経路の正常性が常時確認される。伝送経路の正常性が確認された時に、切り替え装置28bは、現用系光端局装置21b~24bからの現用系光信号をそれぞれ現用チャネル1b~4bとして出力し、予備系光端局装置25bからの予備系光信号を破棄する。

【0019】図3はこの発明の実施の形態1による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートであり、この実施の形態1では、予備系の波長の光出力を常に発光させ、現用系の正常時には予備系の正常性を常時確認し、現用系の故障時にその故障した現用系の現用チャネルを予備系光端局装置25a、25bに接続している間には、光増幅中継器29a~29nのゲインを小さくするものである。全ての現用系が正常な状態では、現用系光端局装置21a~24aおよび予備系光端局装置25aの光伝送経路に送出する光波長 $\lambda_1$ ~ $\lambda_5$ の光出力を全て発光させており（ステップST-1）、すなわち、各光波長で送受信されるデータは各光端局装置間で正常な通信が行われており、現用チャネル1a~4aは、切り替え装置28aによりそれぞれ現用系光端局装置21a~24aに接続され、波長多重装置26a、光伝送路27、光増幅中継器29a~29n、波長多重装置26b、現用系光端局装置21b~24b、および切り替え装置28bを経て現用チャネル1b~4bに接続されている。現用系光端局装置21a~24a、21b~24b、および予備系光端局装置25a、25bには、フレーム同期およびビット誤り検出などの伝送路監視機能が備えられており、光伝送路27および各々の装置の正常性が常時確認されている。

【0020】例えば、光伝送路27または現用系光端局装置21a、21bに何らかの故障が発生し（ステップST-2）、現用チャネル1a、1bの通信に異常が生じた場合、光増幅中継器29a~29nのゲインを小さ

くし（ステップST-3）、予備系が正常である場合には（ステップST-4）、切り替え装置28a、28bは、それぞれ現用チャネル1a、1bを予備系光端局装置25a、25bに接続し、故障を救済する（ステップST-5）。

【0021】光波長多重システムの回線設計は、通常時に発光させている波長数（現用系+予備系）に対して最適化されており、また、多中継の光波長多重システムに適用される光増幅中継器29a～29nは、各波長に対するゲインの偏差および光増幅中継器毎のゲインの偏差を小さくするために増幅後の光出力レベルを一定とする制御を行っており、故障により光波長 $\lambda$ 1の光レベルが低下または消光状態になると、光増幅中継器29a～29nの光出力では $\lambda$ 1以外の光波長が過剰に増幅され、 $\lambda$ 2～ $\lambda$ 5の伝送特性が回線設計の状態からずれることにより劣化し、正常な通信状態を確保できない可能性がある。このため、この実施の形態1における光冗長切り替え方法においては、光増幅中継器29a～29nのゲインを小さくするよう制御し、 $\lambda$ 2～ $\lambda$ 5の伝送特性を通常時の状態に保つ。

【0022】故障状態の現用系に対しては、光端局装置内の基板の交換や各装置を接続している光ファイバの交換等の保守作業が行われ（ステップST-6）、現用系の正常性が確認されると（ステップST-7）、各光増幅中継器29a～29nのゲインは元の回線設計時の値に戻され（ステップST-8）、切り替え装置28a、28bは、それぞれ予備系光端局装置25a、25bに接続していた現用チャネル1a、1bを現用系光端局装置21a、21bに切り戻す（ステップST-9）。

【0023】以上のように、この実施の形態1によれば、予備系の波長の光出力を常に発光させ、現用系の故障時には光増幅中継器29a～29nのゲインを小さくするので、予備系の正常性を常時確認することができると共に、発光させている波長数の減少による伝送特性への影響を抑圧することができる効果が得られる。

【0024】実施の形態2。図4はこの発明の実施の形態2による光波長多重システムを示す構成図であり、図において、46a、46bは現用系光端局装置21a～24a、21b～24b、予備系光端局装置25a、25bと異なる光波長 $\lambda$ 6に変換/逆変換する予備系光端局装置であり、予備系光端局装置25a、25bと共に2系統の予備系光端局装置としたものである。なお、その他の構成については、図1と同一であるが、図2に示した切り替え装置を、この実施の形態2の切り替え装置28a、28bに適用するには、図2に示した構成を2段構成にすれば、4本の現用チャネル1a～4aのうちの任意の現用チャネル1a～4aを、2系統の予備系光端局装置25a、25b、46a、46bに選択することができる。

【0025】次に動作について説明する。上記実施の形

態1では、予備系の光波長に1波長を割り当てる構成について説明したが、この実施の形態2は、予備系の光波長に2波長を割り当てる構成について説明するものである。図3に示したフローチャートにおいて、2系統の予備系の波長の光出力を常に発光させ、現用系の正常時には2系統の予備系の正常性を常時確認し、現用系の故障時に光増幅中継器29a～29nのゲインを小さくし、優先順位の高い、例えば、予備系光端局装置25a、25bの正常が確認できれば、その故障した現用系の現用チャネルを予備系光端局装置25a、25bに接続し、さらに、他の現用系の故障が発生時に、光増幅中継器29a～29nのゲインをさらに小さくし、優先順位の低い、例えば、予備系光端局装置46a、46bの正常が確認できれば、その故障した現用系の現用チャネルを予備系光端局装置46a、46bに接続し、現用系が1つつ正常になる毎にゲインを大きくする。

【0026】以上のように、この実施の形態2によれば、2系統の予備系を設けたので、光波長多重システムの信頼性をより向上させることができる効果が得られる。なお、この実施の形態2では、現用系をN系統（N=4）とし、予備系は、M系統（M=2）として説明したが、現用系および予備系は、4系統以上および2系統以上の何系統であっても良く、さらに信頼性を向上させることができる。

【0027】実施の形態3。図5はこの発明の実施の形態3による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートであり、この実施の形態3では、現用系の正常時には予備系の波長の光出力を消光させ、現用系の故障時には予備系の波長の光出力を発光させて予備系の正常性を確認した後、切り替えを行ってその故障した現用系の現用チャネルを予備系光端局装置に接続し、現用系の復旧時には予備系の光出力を消光し、現用系の光出力を発光して現用系の正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行うものである。

【0028】次に動作について説明する。現用系が正常な時には予備系の波長の光出力を消光させ（ステップST-11）、いずれかの現用系に故障が発生した場合には（ステップST-12）、予備系波長の光出力を発光させて（ステップST-13）、予備系の正常性を確認し（ステップST-14）、予備系が正常な場合には、切り替え装置28a、28bにより、故障した現用チャネルを予備系光端局装置25a、25bに接続する（ステップST-15）。次に、現用系の保守を実施し（ステップST-16）、保守作業完了後に予備系の光出力を消光させると共に（ステップST-17）、現用系光出力を発光させて（ステップST-18）、正常性の確認を行い（ステップST-19）、正常でない場合には、現用系の光出力を消光させると共に（ステップST-20）、再び予備系の光出力を発光させて（ステップST-21）、保守作業を実施し（ステップST-1

6)、正常である場合には予備系に接続していた現用チャンネルを元の現用系に切り戻す(ステップST-22)。

【0029】以上のように、この実施の形態3によれば、常に発光状態となる波長数を一定にでき、伝送特性への影響をなくすることができる効果が得られる。なお、この実施の形態3では、現用系をN系統( $N=4$ )とし、予備系は、M系統( $M=1$ )として説明したが、現用系は、4系統以上であっても良く、予備系は、図4に示したように、優先順位を持たせた2系統以上の何系統であっても良く、さらに信頼性を向上させることができる。

【0030】実施の形態4. 図6はこの発明の実施の形態4による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートであり、上記実施の形態3では、現用系の復旧時には予備系の光出力を消光し、現用系の光出力を発光して現用系の正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行ったが、この実施の形態4では、現用系の復旧時には現用系を発光させて正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行い、予備系の光出力を消光するものである。

【0031】次に動作について説明する。現用系の保守を実施する(ステップST-16)までは、上記実施の形態3と同一であり、その保守作業完了後に現用系光出力を発光させて(ステップST-18)、正常性の確認を行い(ステップST-19)、正常でない場合には、再び現用系の光出力を消光させて(ステップST-20)、保守作業を実施し(ステップST-16)、正常である場合には予備系に接続していた現用チャンネルを元の現用系に切り戻し(ステップST-22)、予備系の光出力を消光させる(ステップST-17)。

【0032】以上のように、この実施の形態4によれば、現用系と予備系の光波長が全て発光状態となるのは、保守作業完了後に現用系の正常性を確認しているわずかの時間のみとなり、回線設計時に最適化された波長数に対する伝送特性への影響を最小限に抑えることができる効果が得られる。なお、この実施の形態4では、現用系をN系統( $N=4$ )とし、予備系は、M系統( $M=1$ )として説明したが、現用系は、4系統以上であっても良く、予備系は、図4に示したように、優先順位を持たせた2系統以上の何系統であっても良く、さらに信頼性を向上させることができる。

【0033】実施の形態5. 図7はこの発明の実施の形態5による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートであり、この実施の形態5では、現用系の復旧時に現用系を発光させる時に、光増幅中継器29a~29nのゲインを大きくするものである。

【0034】次に動作について説明する。図7は図6のフローチャートの保守作業完了後に、現用系の光出力を

発光させて正常性を確認する際に、光増幅中継器29a~29nのゲインを大きくする処理(ステップST-23)と、予備系の光出力を消光させた後に、光増幅中継器29a~29nのゲインを元に戻す処理(ステップST-24, ST-25)とを加えたフローチャートである。

【0035】以上のように、この実施の形態5によれば、同時に発光している光波長数の増加による伝送特性への影響をさらに低減させることができる効果が得られる。なお、この実施の形態5では、現用系をN系統( $N=4$ )とし、予備系は、M系統( $M=1$ )として説明したが、現用系は、4系統以上であっても良く、予備系は、図4に示したように、優先順位を持たせた2系統以上の何系統であっても良く、さらに信頼性を向上させることができる。

【0036】実施の形態6. 図8はこの発明の実施の形態6による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートであり、この実施の形態6では、現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させて予備系の正常性を確認するものである。

【0037】次に動作について説明する。図8は図6のフローチャートに、通常時に予備系の光波長を間欠的に発光させて(ステップST-26)、正常性を確認し(ステップST-27)、異常であれば予備系の保守を実施する処理(ステップST-28)を加えたフローチャートである。

【0038】以上のように、この実施の形態6によれば、通常時においても予備系の正常性が確認できるので、光波長多重システムの信頼性をより向上させることができる効果が得られる。なお、この実施の形態6では、現用系をN系統( $N=4$ )とし、予備系は、M系統( $M=1$ )として説明したが、現用系は、4系統以上であっても良く、予備系は、図4に示したように、優先順位を持たせた2系統以上の何系統であっても良く、さらに信頼性を向上させることができる。また、この実施の形態6では、図6のフローチャートに、現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させて予備系の正常性を確認する処理を加えたが、図5のフローチャート、すなわち、実施の形態3に加えても良く、同様の効果が得られる。

【0039】実施の形態7. 図9はこの発明の実施の形態7による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートであり、この実施の形態7では、現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させる時に光増幅中継器29a~29nのゲインを大きくするものである。

【0040】次に動作について説明する。図9は図8のフローチャートに、通常時に予備系の光波長を間欠的に発光させる際に、光増幅中継器29a~29nのゲインを大きくする処理(ステップST-30)と、予備系の

光出力を消光させた後に光増幅中継器29a~29nのゲインを元に戻す処理(ステップST-31)とを加えたフローチャートである。

【0041】以上のように、この実施の形態7によれば、通常時に予備系の正常性を確認するときの伝送特性への影響をより小さくできるので、光波長多重システムの信頼性をより向上させることができる効果が得られる。なお、この実施の形態7では、現用系をN系統(N=4)とし、予備系は、M系統(M=1)として説明したが、現用系は、4系統以上であっても良く、予備系は、図4に示したように、優先順位を持たせた2系統以上の何系統であっても良く、さらに信頼性を向上させることができる。

【0042】実施の形態8. 図10はこの発明の実施の形態8による現用系および予備系光端局装置の詳細を示す構成図であり、図において、51aは現用チャンネルの波長を所定の光波長 $\lambda_1/\sim\lambda_5$ に変換/逆変換する送信部、52aは受信された光波長 $\lambda_1/\sim\lambda_5$ のフレーム同期およびビット誤り検出などの伝送路監視機能を備えた受信部、53a、54aは光スイッチである。また、図11はこの発明の実施の形態8による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートであり、この実施の形態8では、現用系の正常時には予備系の送信側の光出力を折り返し、予備系の受信側で受信して予備系の正常性を確認し、現用系の復旧時には現用系の送信側の光出力を折り返し、現用系の受信側で受信して現用系の正常性を確認するものである。

【0043】次に動作について説明する。現用系の正常時には予備系の光出力を常時発光させ(ステップST-41)、予備系光端局装置では、予備系の光出力を受信側に折り返し(ステップST-42)、予備系の正常性を確認し(ステップST-27)、異常であれば予備系の保守を実施する(ステップST-28)。この方法は、図10の予備系光端局装置において、送信部51aの光出力を光スイッチ53aに入力し、光スイッチ53aは、予備系の正常性を確認する場合に光スイッチ54aに光信号を出力し、光スイッチ54aは、この光信号を選択して受信部52aに出力して、受信部52aにおいて、送信部51aからの光出力を受信して予備系光端局装置の正常性を確認するものである。したがって、現用系の正常時には予備系の光出力が光伝送路27に伝送されることなく、伝送特性への影響なしで、予備系光端局装置の正常性を確認することができる。

【0044】ここで、現用系に故障が発生すれば(ステップST-12)、予備系の光出力の受信側への折り返しを停止し(ステップST-43)、故障した現用系を予備系に切り替える(ステップST-15)。この方法は、図10の予備系光端局装置において、光スイッチ53a、54aを送信、および受信側に切り替えることにより行うことができる。さらに、現用系の保守を実施し

(ステップST-16)、現用系の光出力を受信側に折り返し(ステップST-44)、現用系の光出力を発光させ(ステップST-18)、現用系の正常性を確認する(ステップST-19)。この方法は、図10の現用系光端局装置において、送信部51aの光出力を光スイッチ53aに入力し、光スイッチ53aは、現用系の正常性を確認する場合に光スイッチ54aに光信号を出力し、光スイッチ54aは、この光信号を選択して受信部52aに出力して、受信部52aにおいて、送信部51aからの光出力を受信して現用系光端局装置の正常性を確認するものである。したがって、現用系の正常性の確認時には現用系の光出力が光伝送路27に伝送されることなく、伝送特性への影響なしで、現用系光端局装置の正常性を確認することができる。

【0045】現用系が正常でなければ、現用系の光出力を消光させ(ステップST-20)、現用系の保守を実施する(ステップST-16)。また、現用系が正常であれば、現用系の光出力の受信側への折り返しを停止し(ステップST-45)、予備系を現用系に切り戻し(ステップST-22)、予備系の光出力を受信側へ折り返す(ステップST-46)。

【0046】以上のように、この実施の形態8によれば、光伝送路27において同時に発光している波長数は常に同数となるので、伝送特性への影響なしで、切り替え先の正常性を確認でき、光波長多重システムの信頼性をより向上させることができる効果が得られる。なお、この実施の形態8では、現用系をN系統(N=4)とし、予備系は、M系統(M=1)として説明したが、現用系は、4系統以上であっても良く、予備系は、図4に示したように、優先順位を持たせた2系統以上の何系統であっても良く、さらに信頼性を向上させることができる。

【0047】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、予備系の波長の光出力を常に発光させ、現用系の正常時には予備系の正常性を常時確認し、現用系の故障時にその故障した現用系の現用チャンネルを予備系光端局装置に接続している間には、光増幅中継器のゲインを小さくするように構成したので、予備系の正常性を常時確認することができると共に、発光させている波長数の減少による伝送特性への影響を抑圧することができる効果が得られる。

【0048】この発明によれば、現用系の正常時には予備系の波長の光出力を消光させ、現用系の故障時には予備系の波長の光出力を発光させて予備系の正常性を確認した後、切り替えを行ってその故障した現用系の現用チャンネルを予備系光端局装置に接続するように構成したので、常に発光状態となる波長数を一定にでき、伝送特性への影響をなくすることができる効果が得られる。

【0049】この発明によれば、現用系の復旧時には予



備系の光出力を消光し、現用系の光出力を発光して現用系の正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行うように構成したので、常に発光状態となる波長数を一定にでき、伝送特性への影響をなくすることができる効果が得られる。

【0050】この発明によれば、現用系の復旧時には現用系を発光させて正常性を確認した後、現用系への切り戻しを行い、予備系の光出力を消光するように構成したので、現用系と予備系の光波長が全て発光状態となるのは、保守作業完了後に現用系の正常性を確認しているわずかの時間のみとなり、回線設計時に最適化された波長数に対する伝送特性への影響を最小限に抑えることができる効果が得られる。

【0051】この発明によれば、現用系の復旧時に現用系を発光させる時に、光増幅中継器のゲインを大きくするように構成したので、同時に発光している光波長数の増加による伝送特性への影響をさらに低減させることができる効果が得られる。

【0052】この発明によれば、現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させて予備系の正常性を確認するように構成したので、通常時においても予備系の正常性が確認できるので、光波長多重システムの信頼性をより向上させることができる効果が得られる。

【0053】この発明によれば、現用系の正常時に間欠的に予備系の光出力を発光させる時に光増幅中継器のゲインを大きくするように構成したので、通常時に予備系の正常性を確認するときの伝送特性への影響をより小さくできるので、光波長多重システムの信頼性をより向上させることができる効果が得られる。

【0054】この発明によれば、現用系の正常時には予備系の送信側の光出力を折り返し、予備系の受信側で受信して予備系の正常性を確認し、現用系の復旧時には現用系の送信側の光出力を折り返し、現用系の受信側で受信して現用系の正常性を確認するように構成したので、光伝送路において同時に発光している波長数は常に同数となるので、伝送特性への影響なしで、切り替え先の正常性を確認でき、光波長多重システムの信頼性をより向

上させることができる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による光波長多重システムを示す構成図である。

【図2】 切り替え装置の詳細を示す構成図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートである。

【図4】 この発明の実施の形態2による光波長多重システムを示す構成図である。

【図5】 この発明の実施の形態3による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態4による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の実施の形態5による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートである。

【図8】 この発明の実施の形態6による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートである。

【図9】 この発明の実施の形態7による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートである。

【図10】 この発明の実施の形態8による現用系および予備系光端局装置の詳細を示す構成図である。

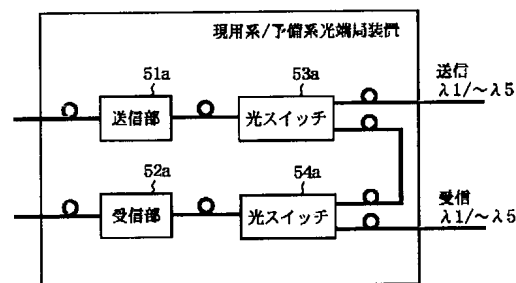
【図11】 この発明の実施の形態8による光波長多重システムの光冗長切り替え方法の詳細を示すフローチャートである。

【図12】 従来の光通信装置を示す構成図である。

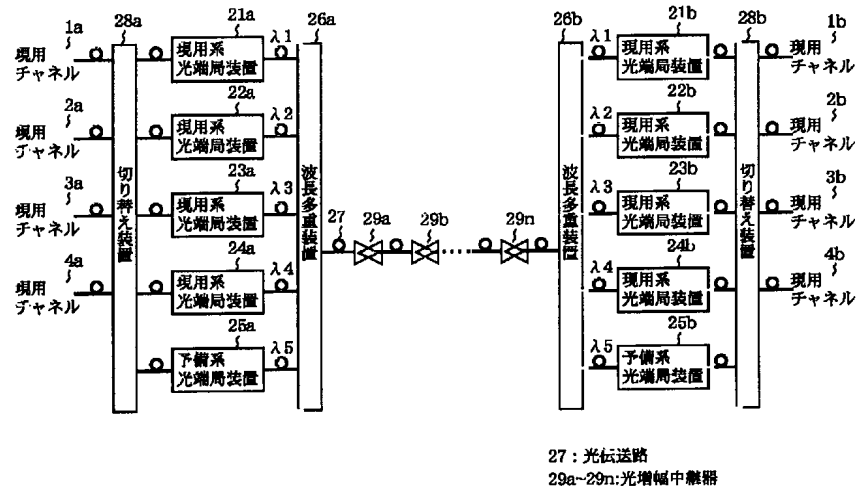
【符号の説明】

1a～4a, 1b～4b 現用チャネル、21a～24a, 21b～24b 現用系光端局装置、25a, 25b, 46a, 46b 予備系光端局装置、26a, 26b 波長多重装置、27 光伝送路、28a, 28b 切り替え装置、29a～29n 光増幅中継器。

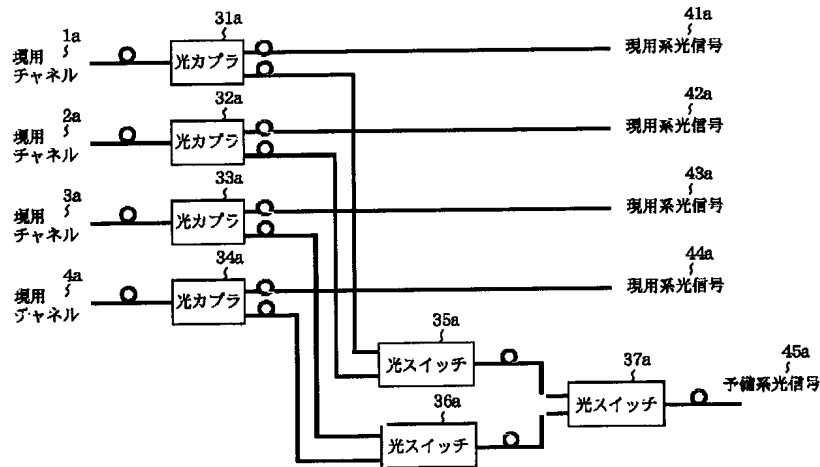
【図10】



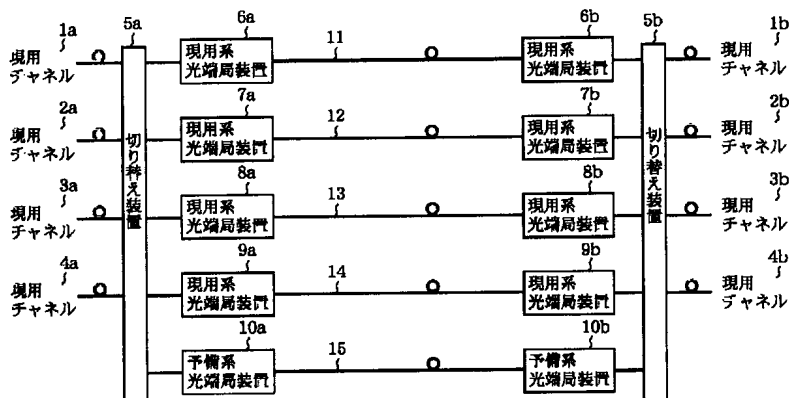
【図1】



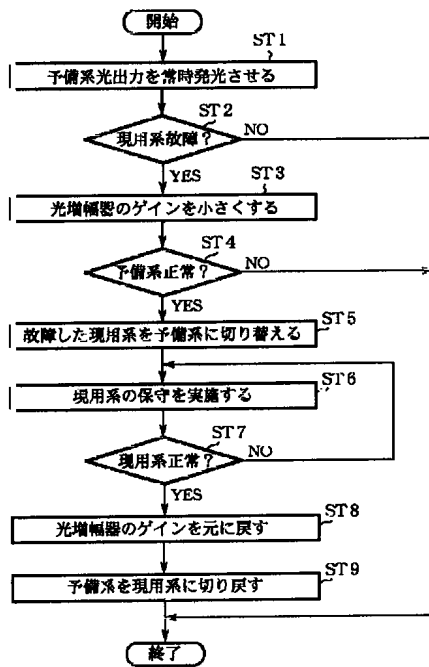
【図2】



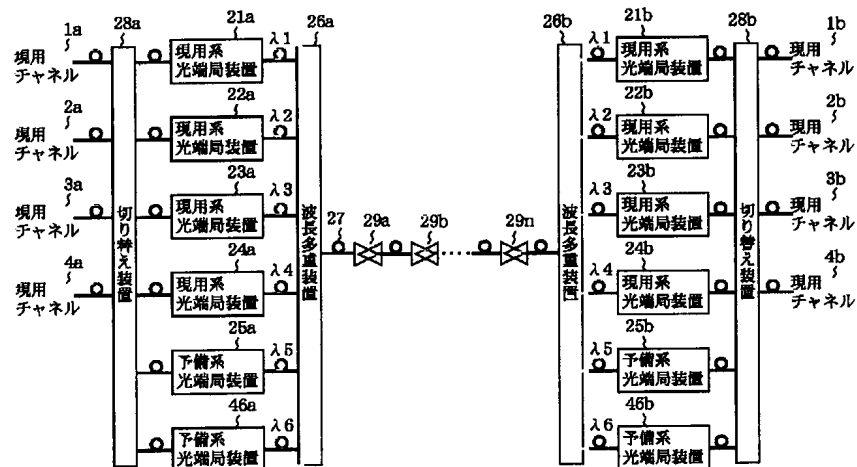
【図12】



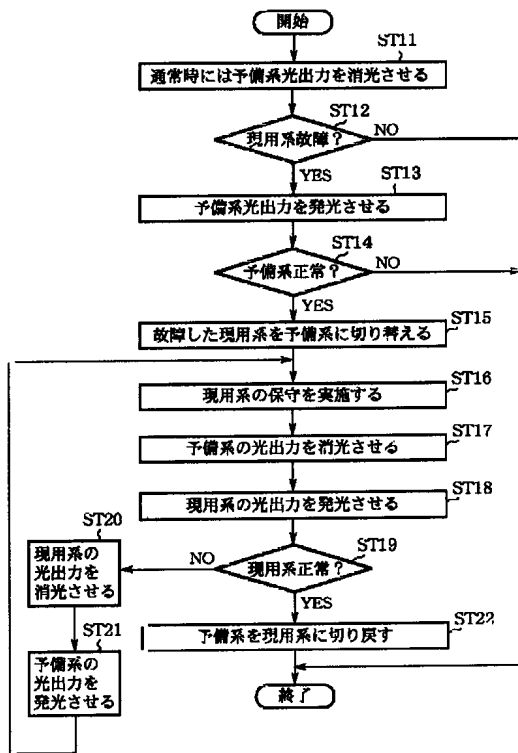
【図3】



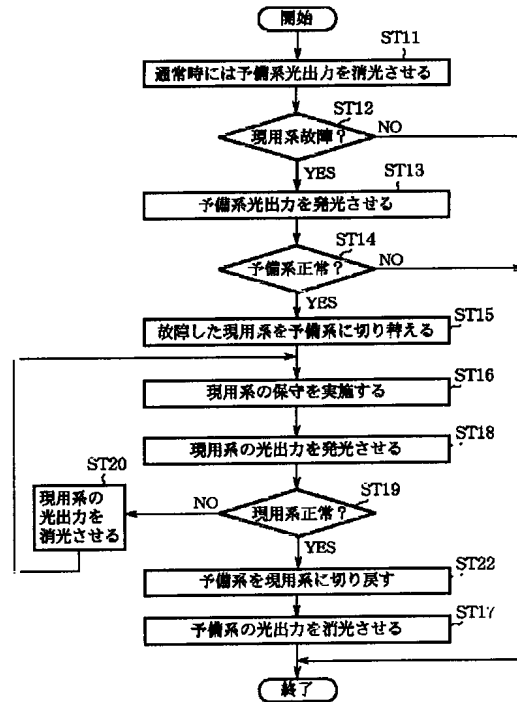
【図4】



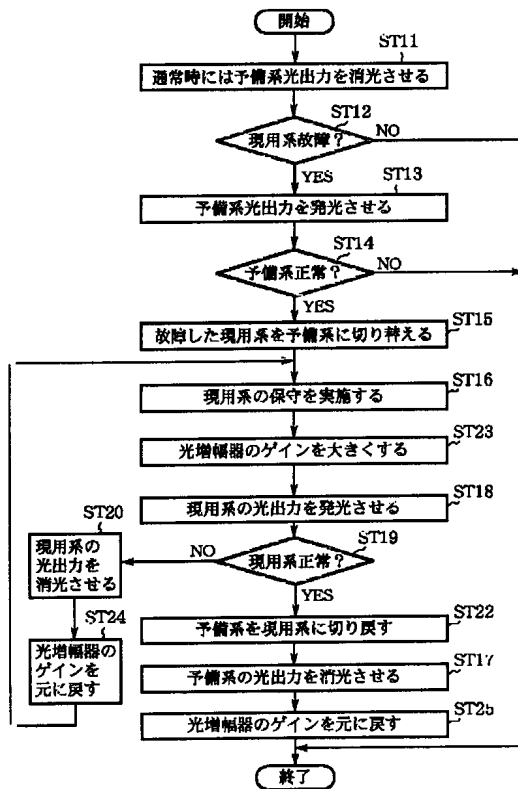
【図5】



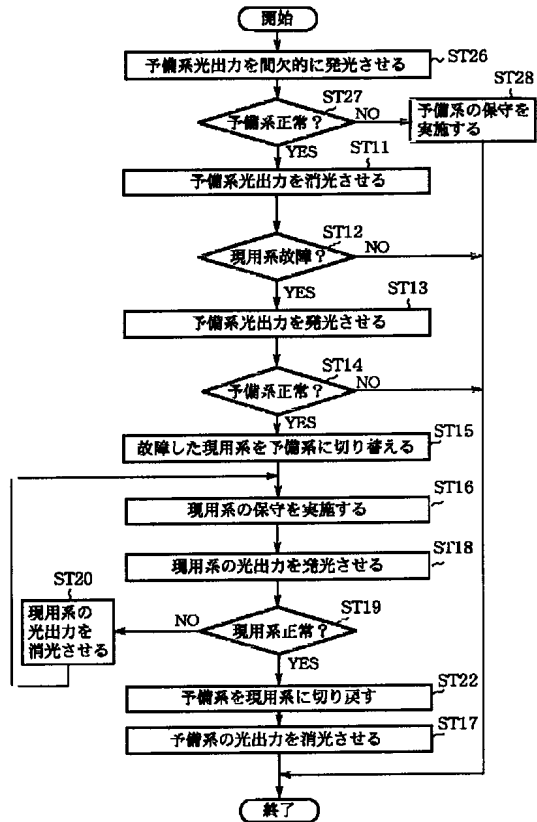
【図6】



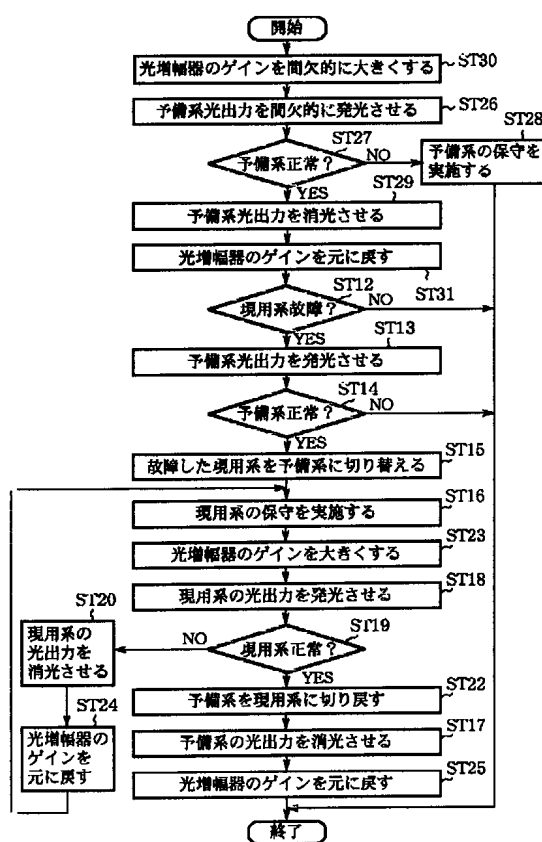
【図7】



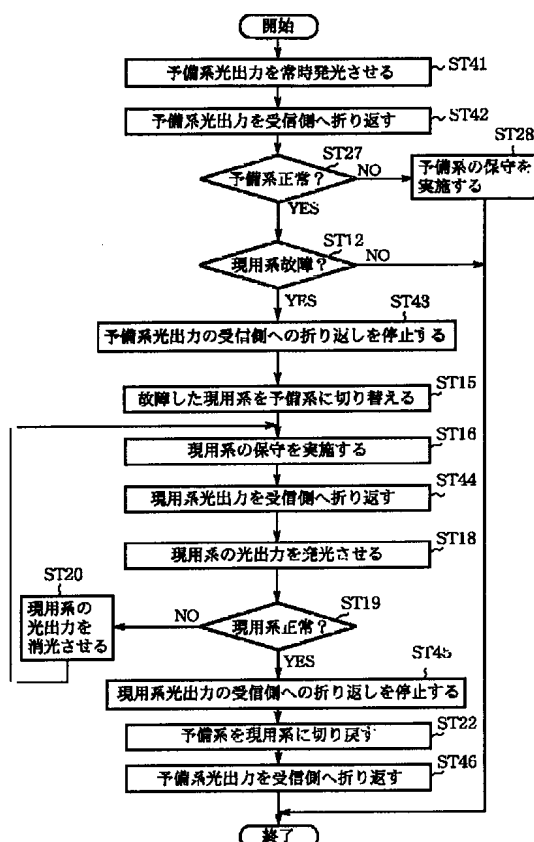
【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

- (72)発明者 小崎 成治  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内
- (72)発明者 上村 有朋  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内
- (72)発明者 一番ヶ瀬 広  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内
- (72)発明者 芝野 栄一  
東京都新宿区西新宿二丁目3番2号 ケイ  
ディディ海底ケーブルシステム株式会社内

- (72)発明者 安田 忠見  
東京都新宿区西新宿二丁目3番2号 ケイ  
ディディ海底ケーブルシステム株式会社内
- (72)発明者 安藤 昇  
東京都新宿区西新宿二丁目3番2号 ケイ  
ディディ海底ケーブルシステム株式会社内
- Fターム(参考) 2G086 CC06  
5K002 AA05 AA06 BA04 BA05 BA06  
CA10 CA13 DA02 EA33 FA01  
5K021 BB05 CC05 DD04 DD07 EE07  
FF01 FF11